



LT168A 串口屏演示模块

(M0168A-20-0320240-SXX-LT-V10)

使用说明书

V1.0

www.levetop.cn

Levetop Semiconductor Co., Ltd.

版本记录

版 本	日 期	说 明
V1.0	2024/10/10	初版
-	-	-

版权说明

本文件之版权属于 乐升半导体 所有，若需要复制或复印请事先得到 乐升半导体 的许可。本文件记载之信息虽然都有经过校对，但是 乐升半导体 对文件使用说明的规格不承担任何责任，文件内提到的应用程序仅用于参考，乐升半导体 不保证此类应用程序不需要进一步修改。乐升半导体 保留在不事先通知的情况下更改其产品规格或文件的权利。有关最新产品信息，请访问我们的网站 [Http://www.levetop.cn](http://www.levetop.cn) 。

目 录

版本记录	2
版权说明	2
目 录	3
图 附 录	4
1. 模块基本介绍	5
1.1. 模块外观	5
1.2. 原理图	6
2. 使用方式	7
2.1. 上电演示	7
2.2. 工程下载与更新	9
2.2.1. 采用 USB 更新 UartTFT-II_Flash.bin	9
2.2.2. 采用串口更新 UartTFT-II_Flash.bin	11
2.2.3. 使用串口控制演示模块	14
2.2.4. 新工程下载与更新	15
2.3. 更新 LT168A MCU 代码	17
2.3.1. 采用 USB 更新 MCU_Code.bin	17
2.3.2. 采用串口更新 MCU_Code.bin	19
3. 主控端串口通讯程序范例	21
3.1. 串口屏指令结构	21
3.2. CRC 码的生成	22
3.3. UART 串口配置	24
3.4. 主函数编写进行指令传输	25

图 附录

图 1-1: 演示模块外观图	5
图 1-2: 模块主要元件与接口	5
图 1-3: 原理图	6
图 2-1: 出厂的 UI 演示画面范例	7
图 2-2: DEMO1 演示画面	7
图 2-3: DEMO2 演示画面	8
图 2-4: DEMO 演示视频官网位置	8
图 2-5: 官网下载区	9
图 2-6: LT168A 接线示意图	9
图 2-7: 打开 LT_Uart_GUI 软件点选 UartTFT-II_Flash.bin 及选择连接端口	10
图 2-8: 烧录 UartTFT-II_Flash.bin	10
图 2-9: UartTFT-II_Flash.bin 烧录完成	11
图 2-10: LT168A 接线示意图	11
图 2-11: USB 转 TTL 模块	12
图 2-12: 打开 LT_Uart_GUI 软件点选 UartTFT-II_Flash.bin 及选择连接端口	12
图 2-13: 烧录 UartTFT-II_Flash.bin	13
图 2-14: UartTFT-II_Flash.bin 烧录完成	13
图 2-15: 导入预设置的串口指令	14
图 2-16: 点击 Open Com Port 打开端口	14
图 2-17: 通过电脑与演示模块通讯	15
图 2-18: 官网下载区另一个范例	15
图 2-19: 新的 UI 演示画面	16
图 3-1: 串口通讯指令结构图	21
图 3-2: 主控端 MCU (STM32F103RCT6)用串口与 LT168A 串口屏芯片通讯	21
图 3-3: 主控端发送串口指令的流程图	25

1. 模块基本介绍

1.1. 模块外观

LT168A 串口屏演示模块 (M0168A-20-0320240-SXX-LT-V10) 为 2.0" 分辨率 240x320 带按键的串口显示模块, PCB 尺寸为 72.0*43.0mm, 其外观如下图:

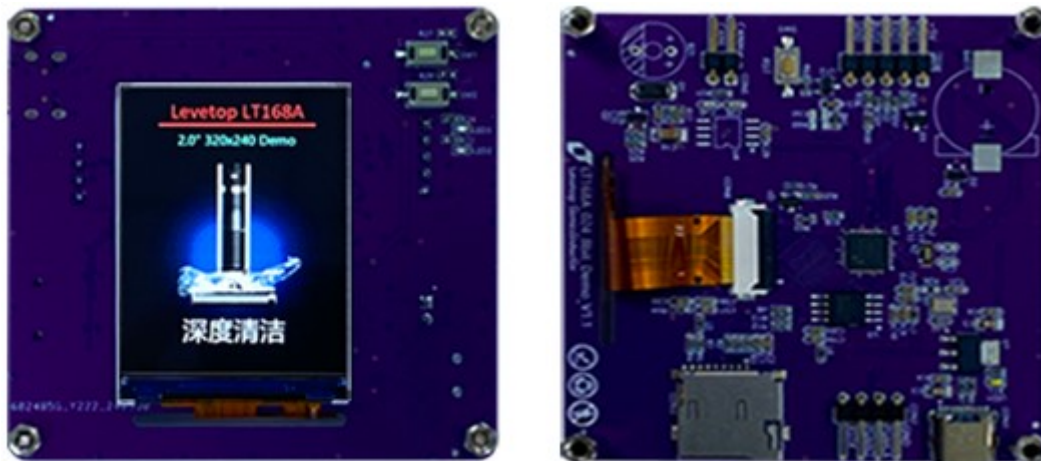


图 1-1: 演示模块外观图

主要元件与接口如下所示:

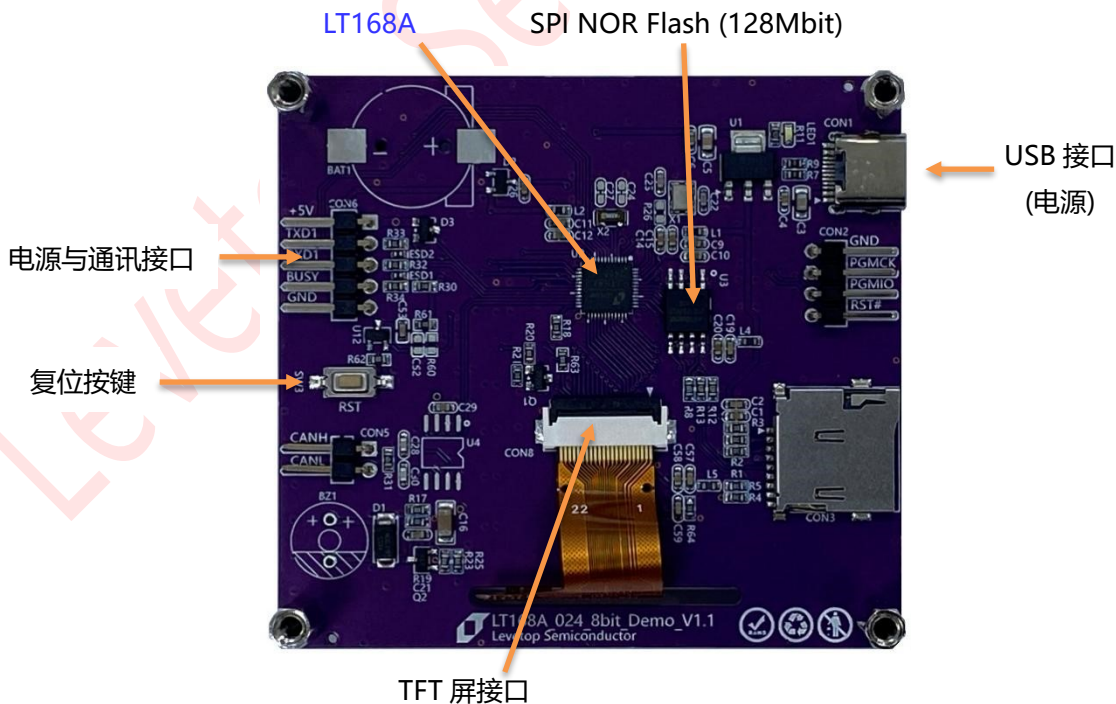


图 1-2: 模块主要元件与接口

M0168A-20-0320240-SXX-LT-V10

1.2. 原理图

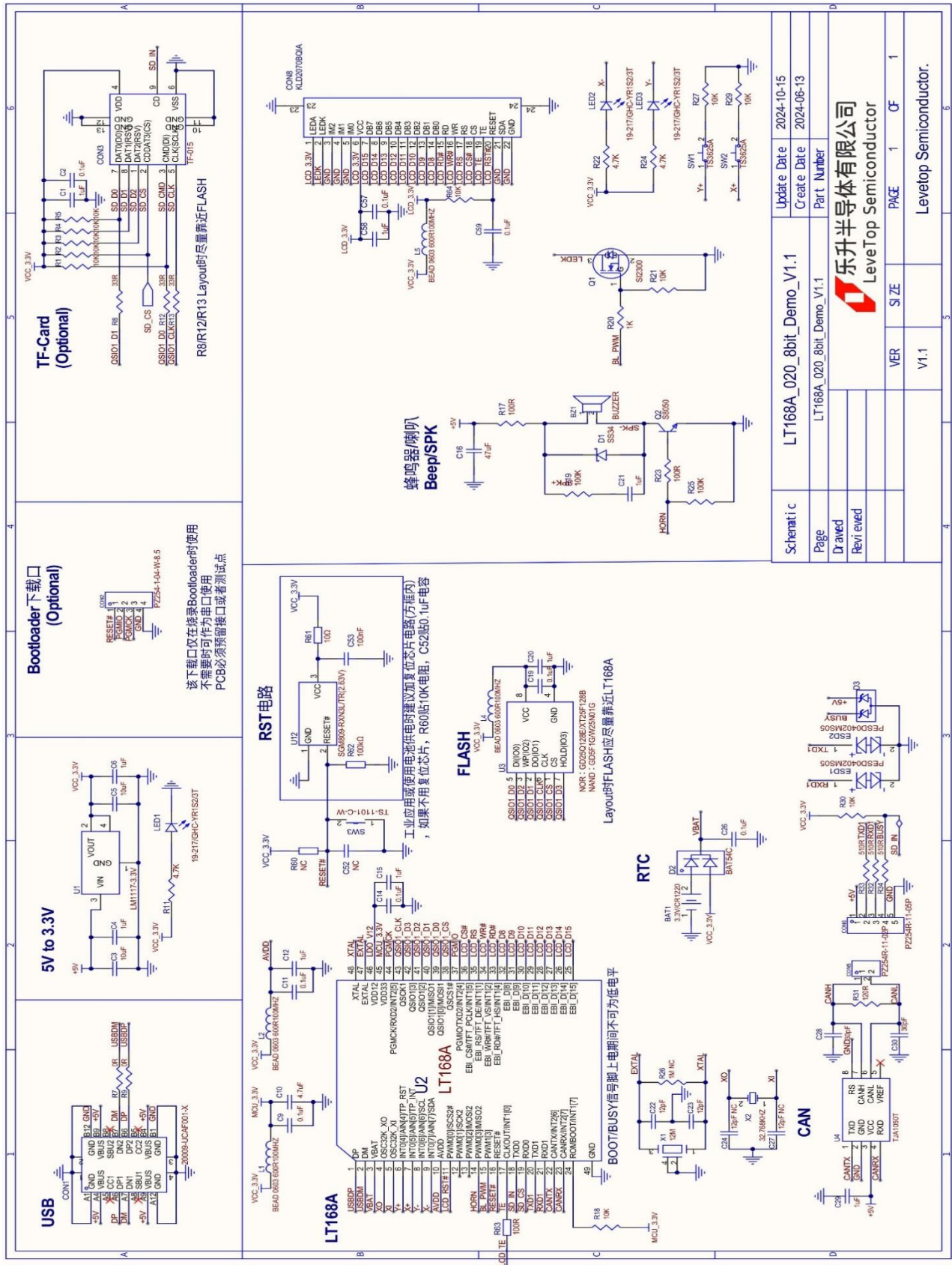


图 1-3: 原理图

M0168A-20-0320240-SXX-LT-V10

2. 使用方式

2.1. 上电演示

此 LT168A 串口屏演示模块可以直接用 USB 线引入电源直接操作，将带电的 USB 线直接插入 USB 接口就可以看到演示画面，然后根据画面出现的显示 UI 进行按键操作，当然也可以通过“电源与通讯接口”的 5V 与 GND 引入 5V 电源进行操作。



图 2-1：出厂的 UI 演示画面范例

此 LT168A 串口屏演示模块通电后出现图 2-1 画面，因为没有主控通过串口发送讯息到这个模块，所以用按键来模拟进行画面的切换，基本演示操作说明如下图 2-2、图 2-3，用户可以按下按键来观察图标或是画面的变化；详细操作说明也可以到乐升官网的应用视频区观看或是下载（乐升官网→解决方案→应用视频→组合功能展示→LT168A 应用-二合一功能演示:洗地机、电动车/滑板车仪表行业应用，如图 2-4）。



图 2-2：DEMO1 演示画面

M0168A-20-0320240-SXX-LT-V10

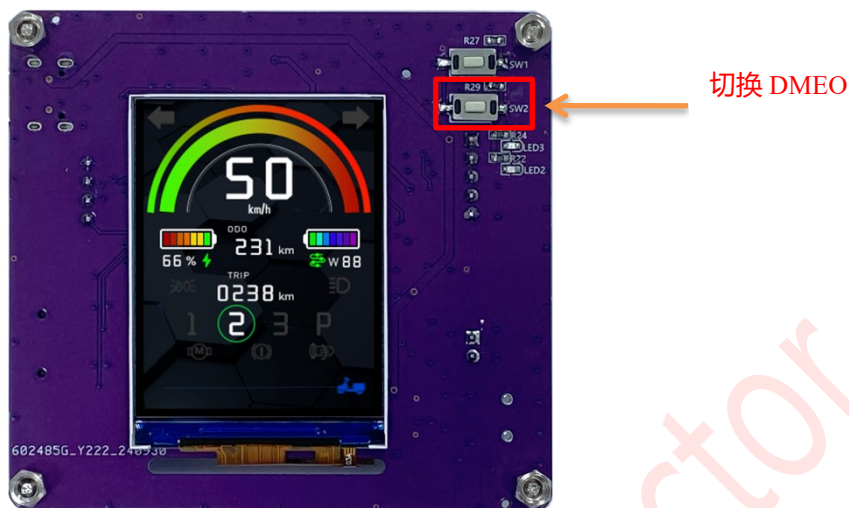


图 2-3: DEMO2 演示画面



图 2-4: DEMO 演示视频官网位置

2.2. 工程下载与更新

上一节提到此 LT168A 串口屏演示的工程与用到的软件都可以在[深圳市乐升半导体有限公司官网下载专区](#)下载：

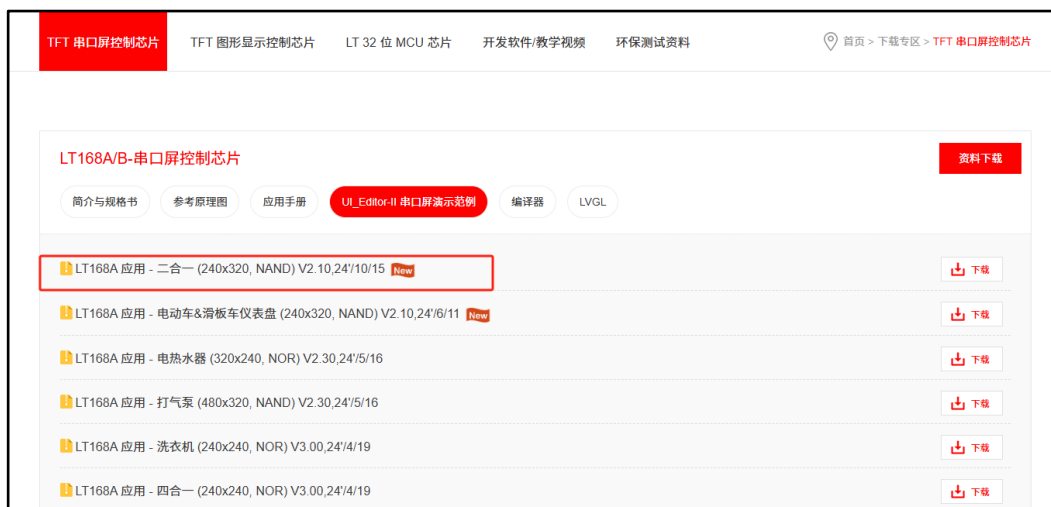


图 2-5：官网下载区

用户可以将该工程下载到电脑端，然后用乐升半导体的 **UI_Editor-II** 开发软件读取工程后重新编译一次，再将工程编译后产生的 bin 档案 (UartTFT-II_Flash.bin) 烧录到 SPI Flash，关于 UI_Editor-II 下载、解压、安装、执行可以参考 UI_Editor-II 应用手册。此 LT168A 串口屏更新方式可以用如下方法：

2.2.1. 采用 USB 更新 UartTFT-II_Flash.bin

1、接线说明，如下图所示，进行烧录前，先将标注 1 处的 BUSY 和 GND 进行连接，然后通过标注 2 处 USB 口连接电脑供电和通信。

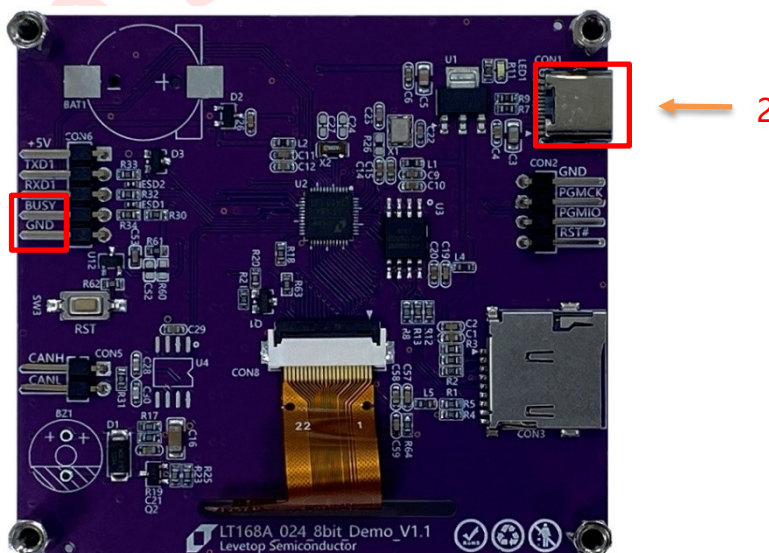


图 2-6：LT168A 接线示意图

2、通过 USB 线连接电脑和串口屏上电后，屏幕会进入的 bootloader 模式。LT168A 的 bootloader 模式无背光无显示。打开专用烧录 LT168A 的 **LT_Uart_GUI** 软件。点击 Input File 添加需要烧录的工程文件，选择对应的端口，再点击 Open Comm 打开端口。

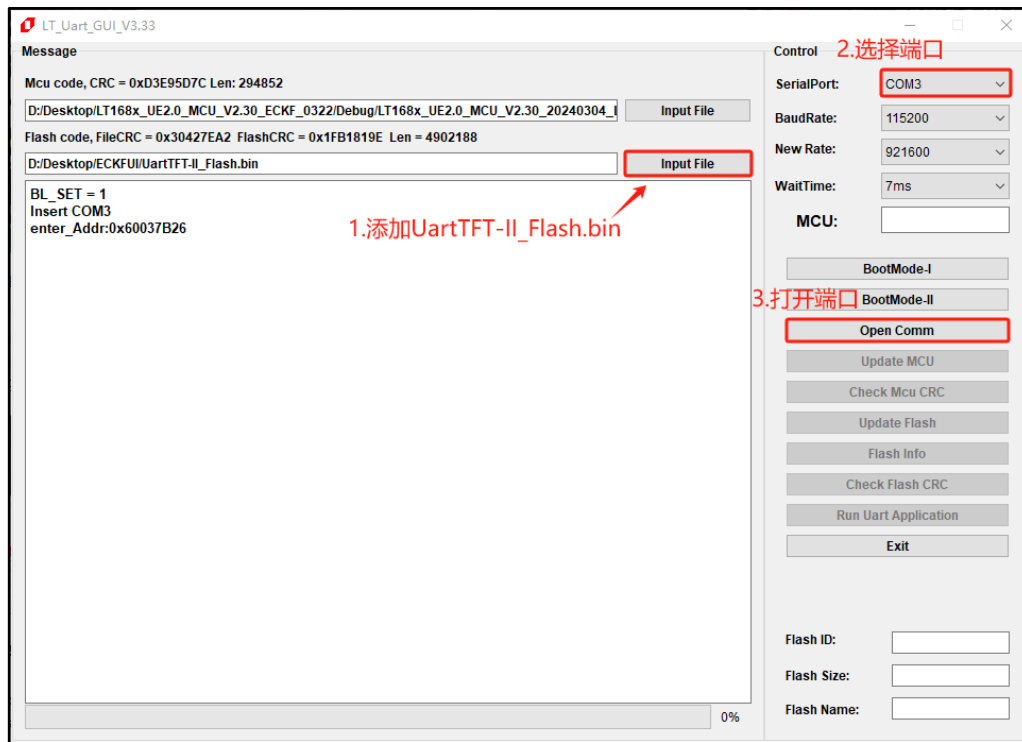


图 2-7：打开 LT_Uart_GUI 软件点选 UartTFT-II_Flash.bin 及选择连接端口

3、点击 Update Flash 烧录 UartTFT-II_Flash.bin 文件。

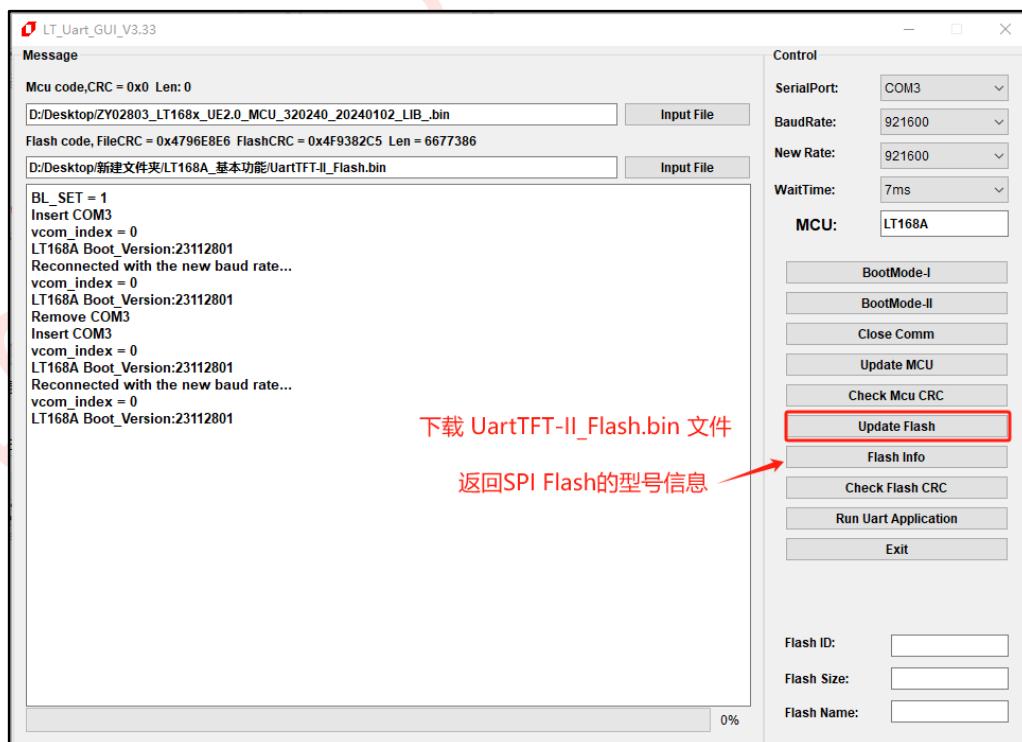


图 2-8：烧录 UartTFT-II_Flash.bin

M0168A-20-0320240-SXX-LT-V10

4、下载完成后点击 Run Uart Application 进入主程序。

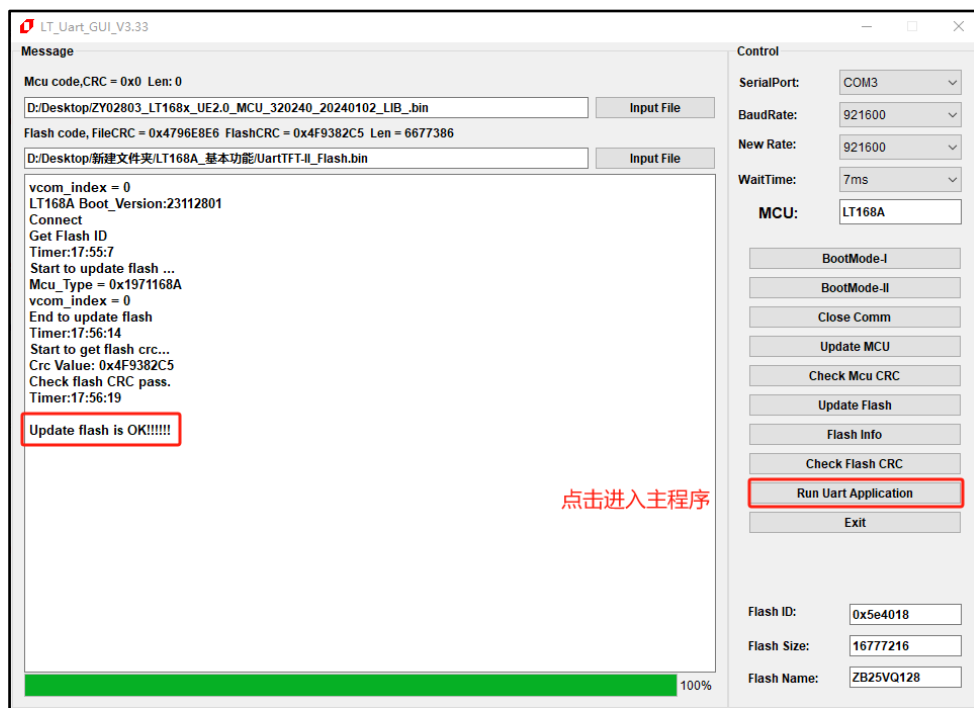


图 2-9: UartTFT-II_Flash.bin 烧录完成

2.2.2. 采用串口更新 UartTFT-II_Flash.bin

此 LT168A 串口屏的另一种更新方式就是采用串口模式，方法如下：

1、接线说明，如下图所示，进行烧录前，先将标注 1 处的 BUSY 与 GND 连接，然后通过标注 2 处 USB 口连接电脑供电，通过标注 3 处 TX 与 USB 转 TTL 模块(如图 2-11)的 TX 相连，RX 与 USB 转 TTL 模块的 RX 相连，GND 与 USB 转 TTL 模块的 GND 相连，USB 转 TTL 模块的 USB 端与电脑连接。

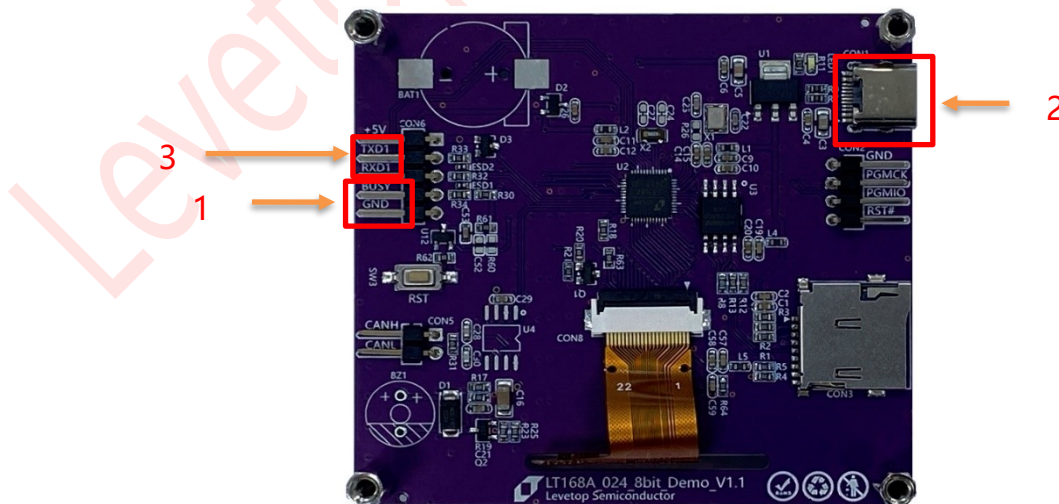


图 2-10: LT168A 接线示意图



图 2-11: USB 转 TTL 模块

2、通过 USB 线连接电脑和串口屏上电后，屏幕会进入的 bootloader 模式。LT168A 的 bootloader 模式无背光无显示。打开专用烧录 LT168A 的 **LT_Uart_GUI** 软件。点击 InputFile 添加需要烧录的工程文件，选择对应的端口，**需确保 BaudRate 为 115200**，再点击 OpenComm 打开端口连接。BaudRate 若不是 115200 则无法连接，建立连接后软件自动将下载速度调整至 921600。

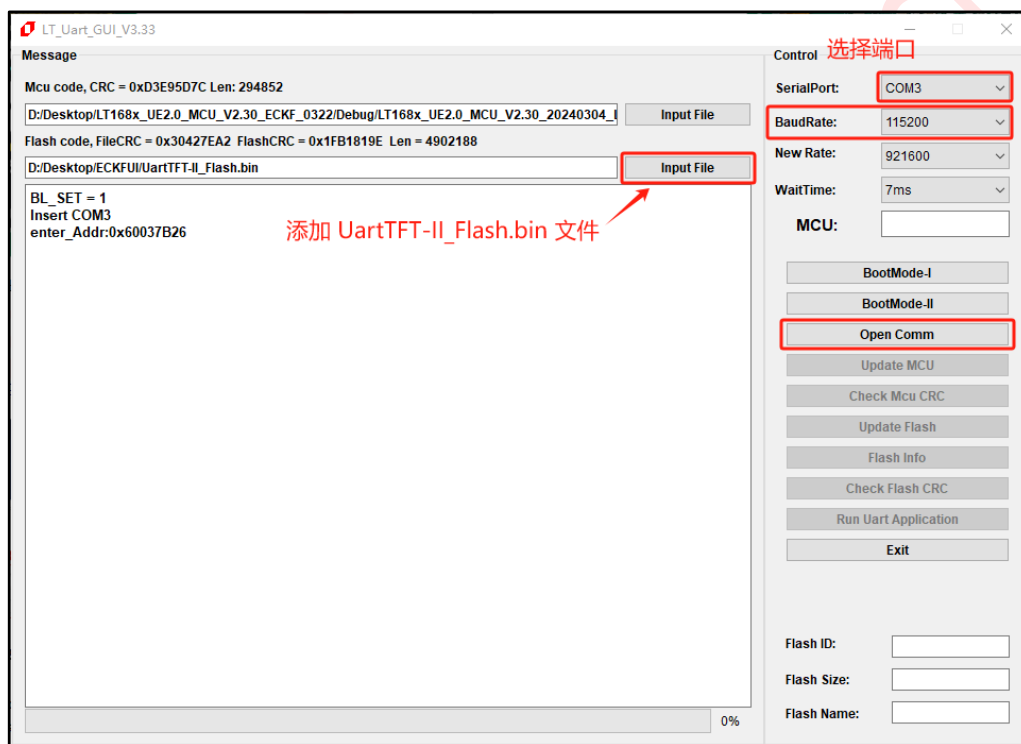


图 2-12: 打开 LT_Uart_GUI 软件点选 UartTFT-II_Flash.bin 及选择连接端口

3、点击 Update Flash 烧录 UartTFT-II_Flash.bin 文件。

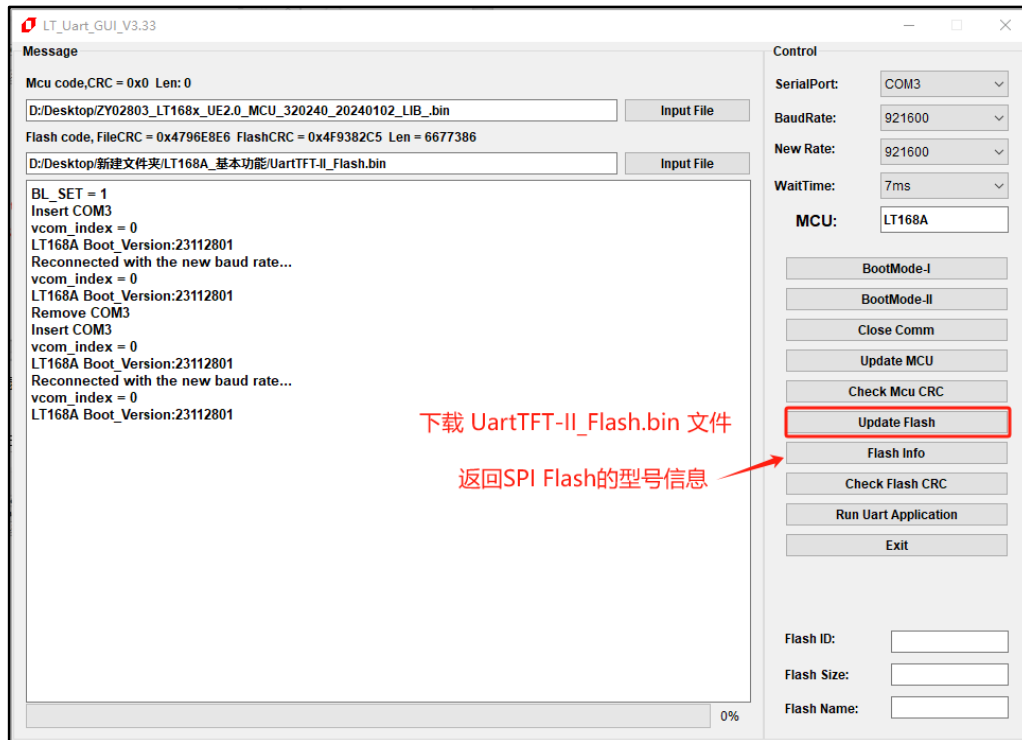


图 2-13：烧录 UartTFT-II_Flash.bin

4、下载完成后点击 Run Uart Application 进入主程序

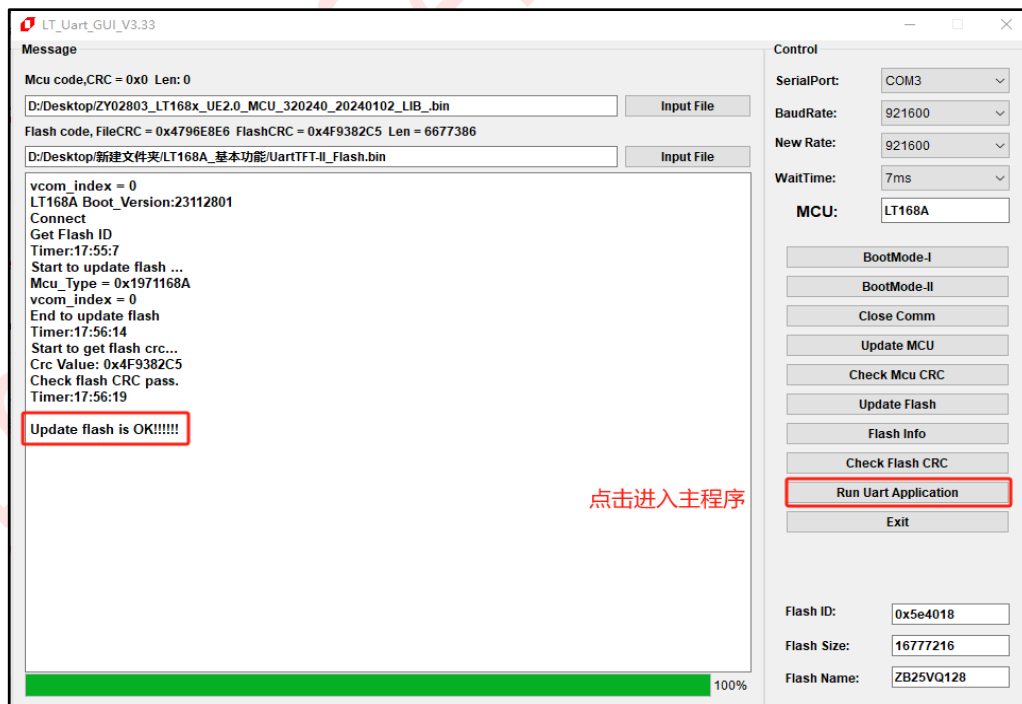


图 2-14：UartTFT-II_Flash.bin 烧录完成

2.2.3. 使用串口控制演示模块

烧录完成重新上电可以得到相同的工程画面，此步骤确认使用者可以透过更新回复到原先的工程，此用户可以用电脑发送串口数据来控制这个演示模块，连接与通讯的方法如下：

1、通过串口与演示模块连接，之后使用**串口调试工具 (UI_Debugger-II)**，进行通信控制。先按下图顺序添加设置好的测试串口指令，也可以跳过该步骤，自行添加指令。串口调试工具详细使用方法可以看 **UI_Editor-II_CH** 文档介绍中的 **9.2.节串口调试工具 (UI_Debugger-II) 使用说明**。

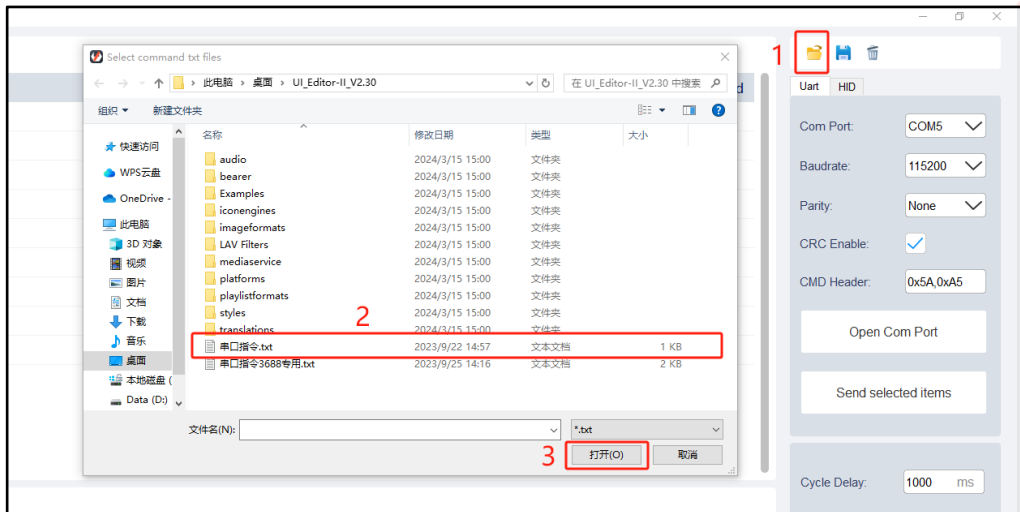


图 2-15：导入预设的串口指令

2、导入指令后**选择端口和设置的波特率 (需要与工程设置波特率对应)**，最后点击 **Open Com Port** 打开端口。

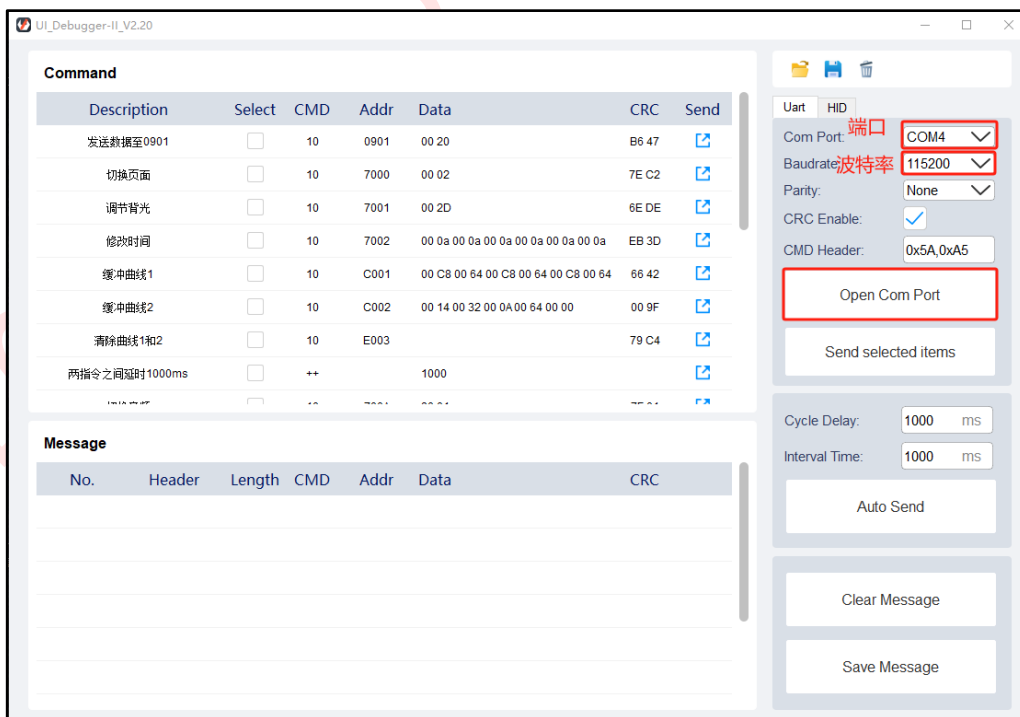


图 2-16：点击 Open Com Port 打开端口

M0168A-20-0320240-SXX-LT-V10

3、连接后通过发送 Send 按钮发送对应设置好的指令，Message 处可以看到发送的完整指令以及反馈信息。

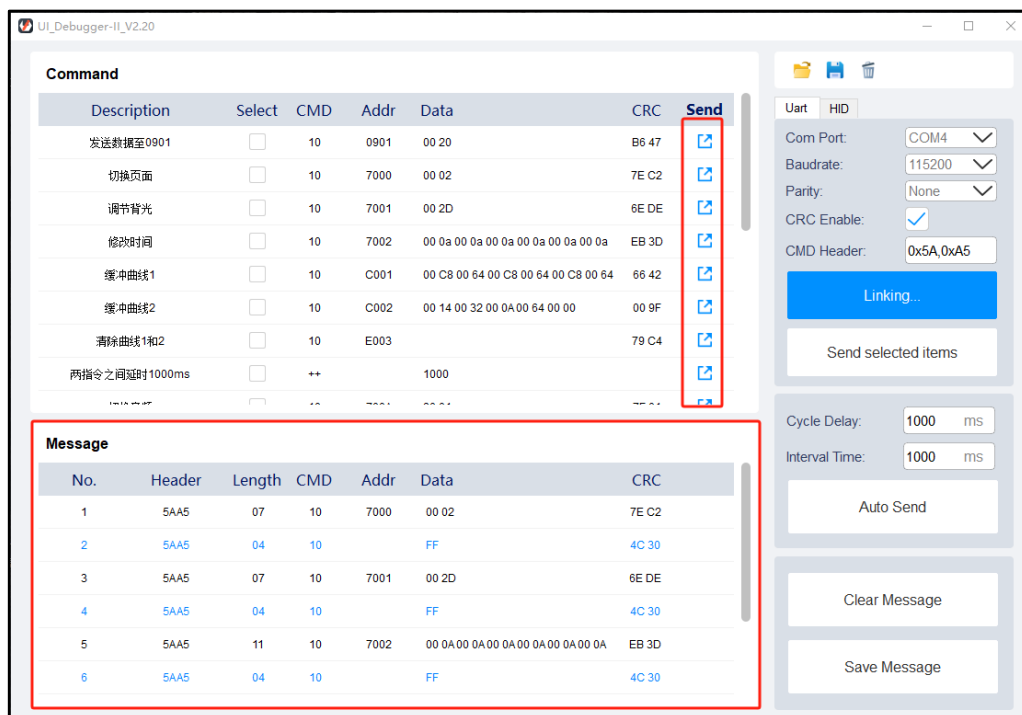


图 2-17：通过电脑与演示模块通讯

2.2.4. 新工程下载与更新

接下来可以试试更新另一个工程，例如在乐升半导体官网下载区下载相同分辨率为 240x320 的工程：

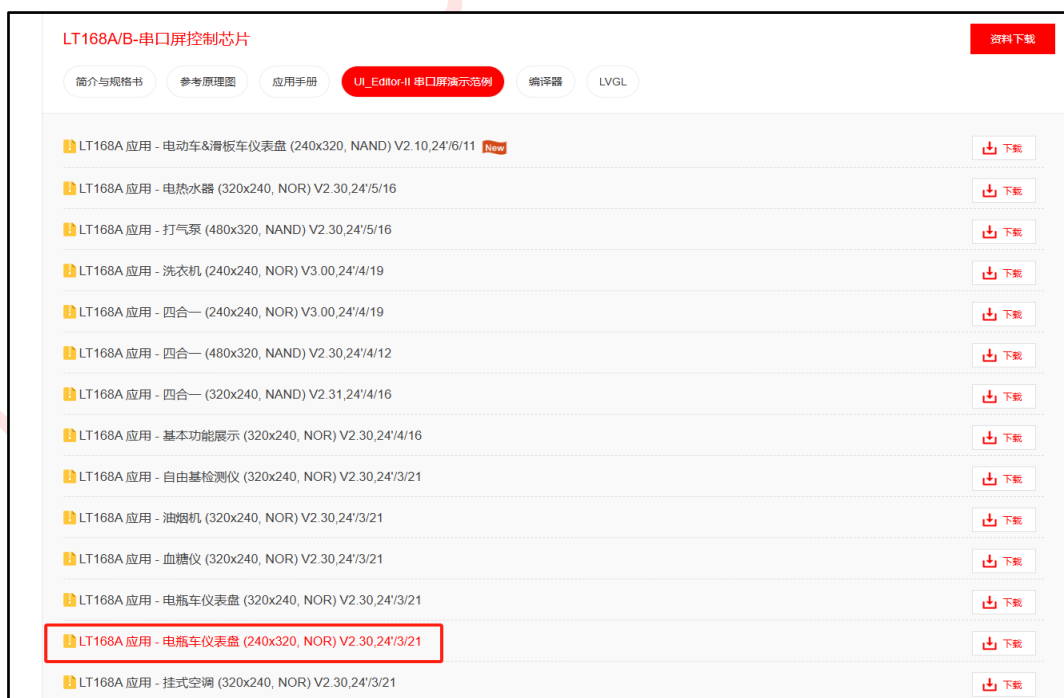


图 2-18：官网下载区另一个范例

同样透过 UartTFT-II 将工程编译后产生的 bin 档案 (UartTFT-II_Flash.bin) 烧录到 SPI Flash 内, 烧录完成重新上电可以得到新的工程画面:



图 2-19: 新的 UI 演示画面

注意, 此 LT168A 串口屏演示模块的分辨率为 240x320, Flash 是 NOR type, 容量为 128Mbit (16Mbytes), 因此在 UI_Editor-II 设计的 UI 画面必须是符合相同的分辨率, 同时工程编译后产生的 bin 档案 (UartTFT-II_Flash.bin) 不能超过演示模块的 Flash 容量大小。

此 LT168A 串口屏演示模块烧录新工程通电后出现图 2-19 画面, 由于按键操作涉及到 MCU 代码定制修改, 所以更换新工程后按键操作可能会不匹配, 如需定制或修改可咨询乐升工程师。

2.3. 更新 LT168A MCU 代码

串口屏演示模块上的 LT168A 都已经含有串口通讯与显示句柄, 如果遇到需要串口升级、定制化开发 (如协议、特殊画面处理)、或是二次开发等就需要更新演示模块上的 LT168A 内部 Flash 代码、更新方式与上一节的 bin 档案 (UartTFT-II_Flash.bin) 类似:

2.3.1. 采用 USB 更新 MCU_Code.bin

1、接线说明, 如前面图 2-6 所示, 进行烧录前, 先将标注 1 处的 BUSY 和 GND 进行连接, 然后通过标注 2 处 USB 口连接电脑供电和通信。

2、通过 USB 线连接电脑和串口屏上电后, 屏幕会进入的 bootloader 模式。LT168A 的 bootloader 模式无背光无显示。打开专用烧录 LT168A 的 LT_Uart_GUI 软件。点击 Input File 添加需要烧录的工程文件, 选择对应的端口, 再点击 Open Comm 打开端口。

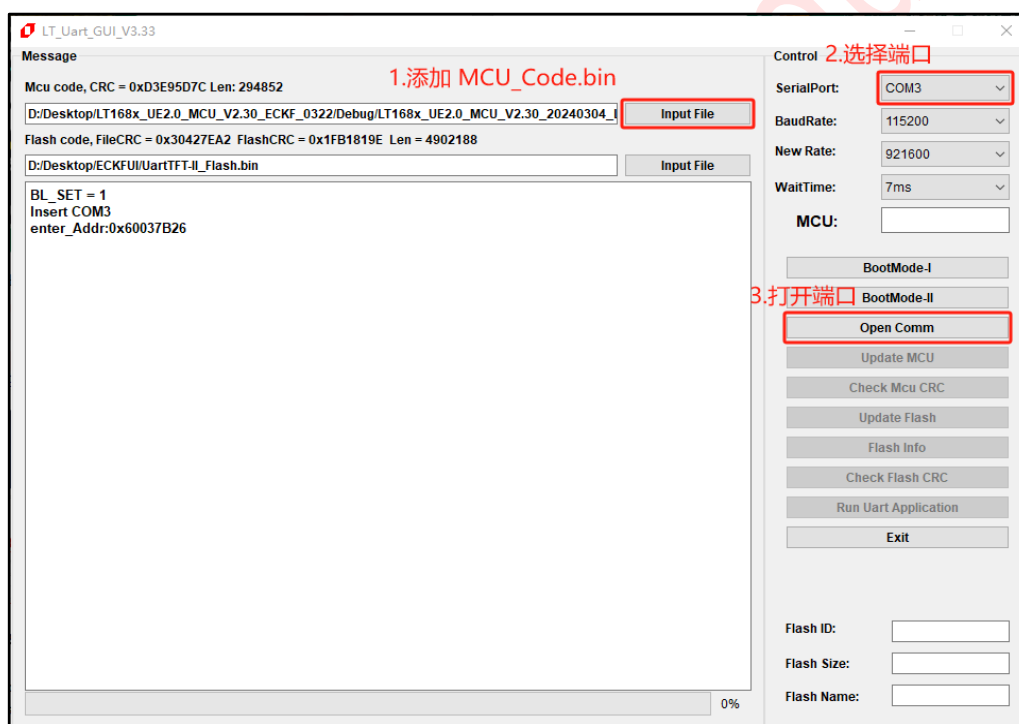


图 2-20: 打开 LT_Uart_GUI 软件点选 MCU_Code 及端口

3、点击 Update MCU 烧录 MCU_Code.bin 文件。

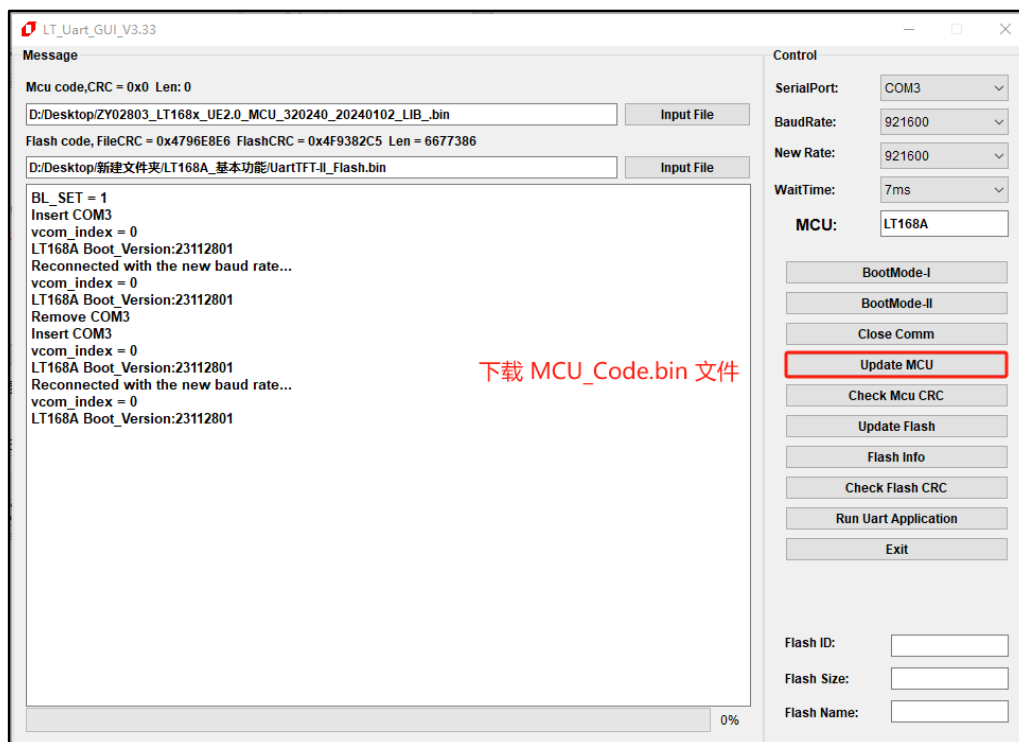


图 2-21：烧录 MCU_Code.bin

4、下载完成后点击 Run Uart Application 进入主程序

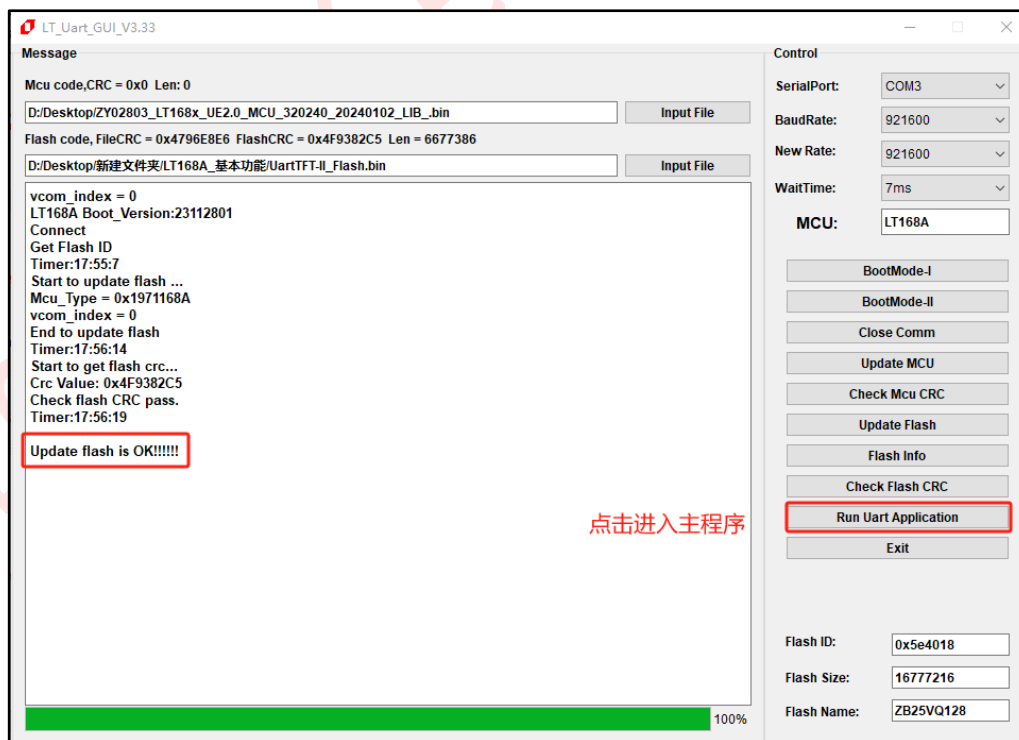


图 2-22：MCU_Code.bin 烧录完成

2.3.2. 采用串口更新 MCU_Code.bin

另一种更新 MCU_Code.bin 方式就是采用串口模式，如同 2.2.2 节更新 UartTFT-II_Flash.bin 的方法一样：

1、接线说明，如前面图 2-10 所示，进行烧录前，先将标注 1 处的 busy 引脚和 GND 相连，通过标注 2 出 USB 口供电，通过标注 3 处 RX 与 USB 转 TTL 模块(如图 2-11)的 RX 相连，TX 与 USB 转 TTL 模块的 TX 相连，GND 与 USB 转 TTL 模块的 GND 相连，USB 转 TTL 模块的 USB 端与电脑连接。

2、通过 USB 线连接电脑和串口屏上电后，屏幕会进入的 bootloader 模式。LT168A 的 bootloader 模式无背光无显示。打开专用烧录 LT168A 的 LT_Uart_GUI 软件。点击 InputFile 添加需要烧录的工程文件，选择对应的端口，需确保 BaudRate 为 115200，再点击 OpenComm 打开端口连接。BaudRate 若不是 115200 则无法连接，建立连接后软件自动将下载速度调整至 921600。

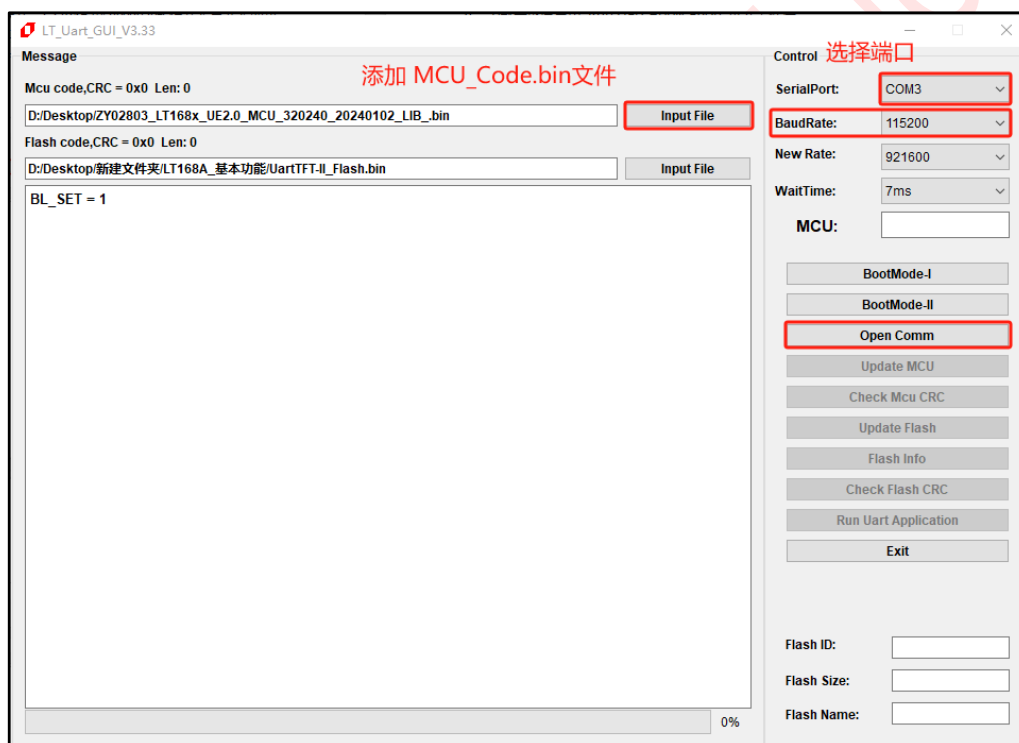


图 2-23: 打开 LT_Uart_GUI 软件点选 MCU_Code 及端口

3、点击 Update MCU 烧录 MCU_Code.bin 文件。

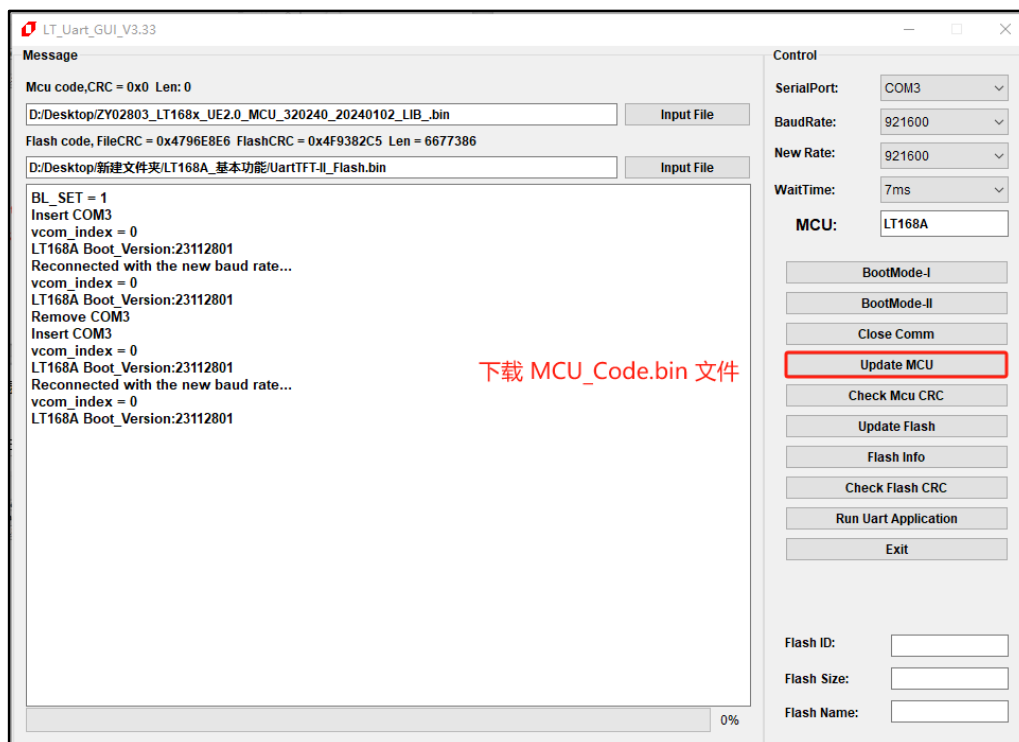


图 2-24：烧录 MCU_Code.bin

4、下载完成后点击 Run Uart Application 进入主程序

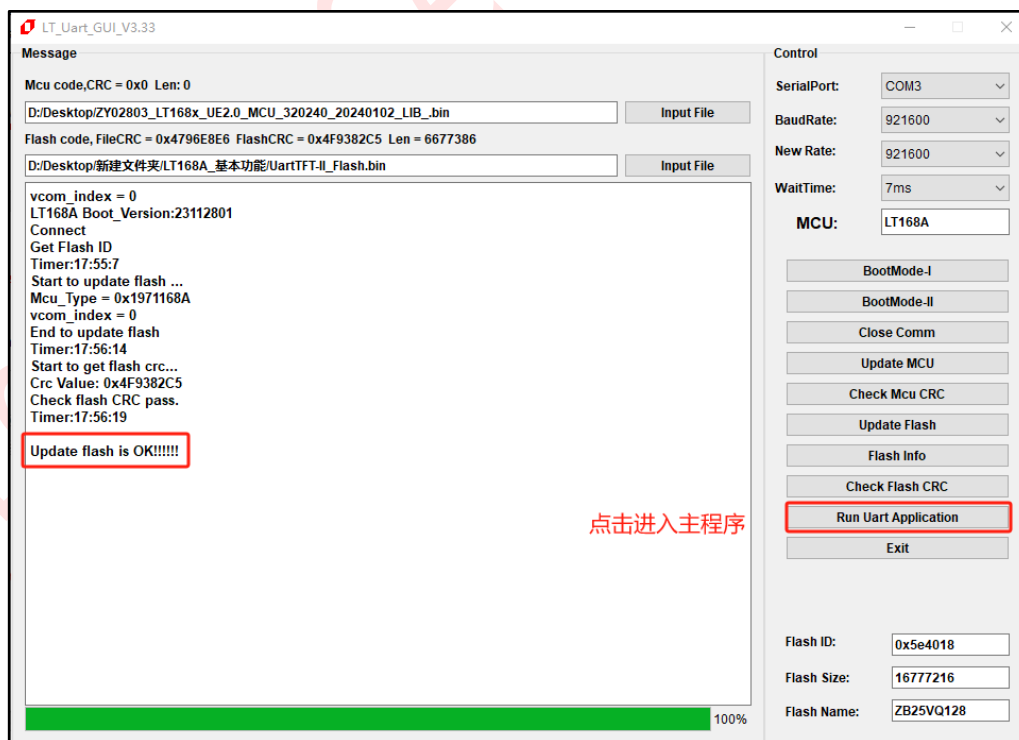


图 2-25：MCU_Code.bin 烧录完成

3. 主控端串口通讯程序范例

在 UI_Editor-II 的串口协议下，主控端 MCU 必须透过 Uart 通讯接口将数据依照串口指令结构与串口屏进行沟通，而为了让主控端 MCU 程序开发者能节省开发时间，本范例提供了一个完整的指令发送程序，将数据写入到指定的变量地址内。

3.1. 串口屏指令结构

下图为乐升半导体串口屏芯片通讯的指令基本结构：

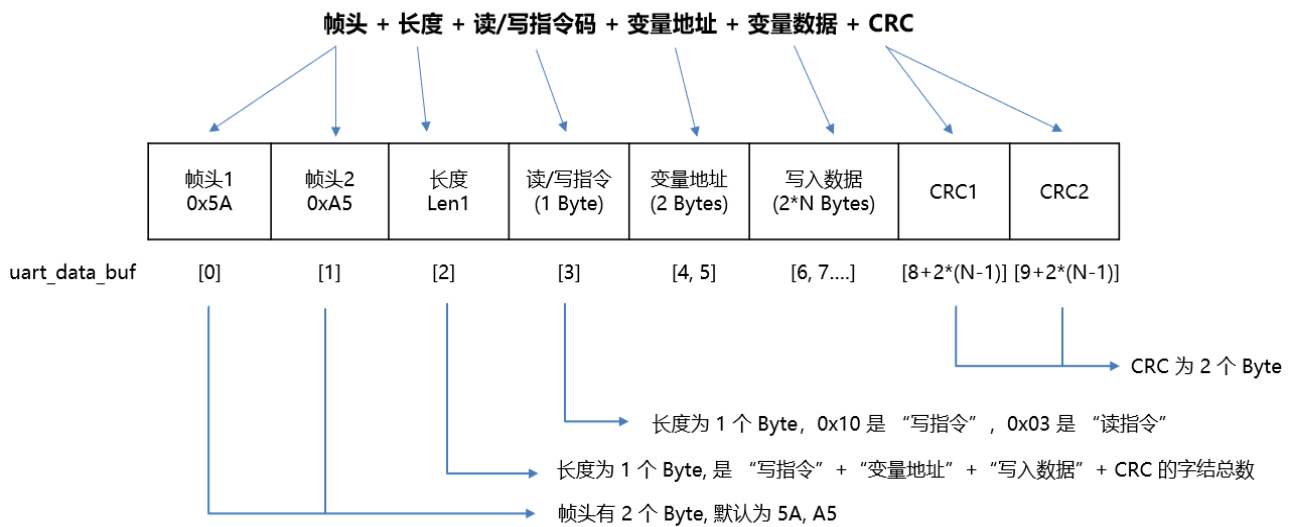


图 3-1：串口通讯指令结构图

本演范例中使用的主控 MCU 为 STM32F103RCT6，将 STM32F103RCT6 的 PA9、PA10 引脚分别设为 USART1_TX 和 USART1_RX，下图为 MCU 与 LT168A 串口芯片的接线模式。

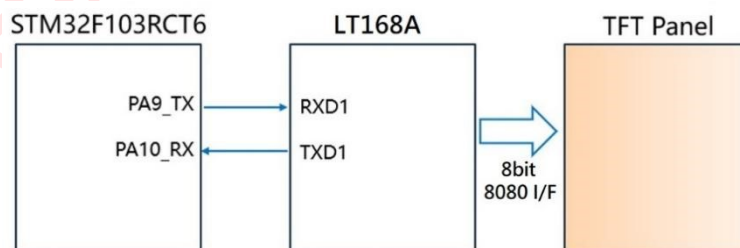


图 3-2：主控端 MCU (STM32F103RCT6)用串口与 LT168A 串口屏芯片通讯

3.2. CRC 码的生成

每个串口通讯的结尾都有 2 个 CRC 的校验码，是由读/写指令、变量地址、变量数据及一些参数表的数据所产生，其参考代码 (CRC.h) 如下：

```

/***** CRC.h *****/

```

```
#include "stm32f10x.h"           // Device header
/* CRC 校验 */
//高位字节的 CRC 值
const uint8_t auchCRCHi[] = {
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01,
0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0,
0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81,
0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01,
0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0,
0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81,
0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01,
0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0,
0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81,
0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01,
0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0,
0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81,
0x40};
```

```
//低位字节的 CRC 值
const char auchCRCLo[] = {
0x00, 0xC0, 0xC1, 0x01, 0xC3, 0x03, 0x02, 0xC2, 0xC6, 0x06, 0x07, 0xC7, 0x05, 0xC5, 0xC4, 0x04, 0xCC,
0x0C, 0x0D, 0xCD, 0x0F, 0xCF, 0xCE, 0x0E, 0x0A, 0xCA, 0xCB, 0x0B, 0xC9, 0x09, 0x08, 0xC8, 0xD8, 0x18,
0x19, 0xD9, 0x1B, 0xDB, 0xDA, 0x1A, 0x1E, 0xDE, 0xDF, 0x1F, 0xDD, 0x1D, 0x1C, 0xDC, 0x14, 0xD4, 0xD5,
0x15, 0xD7, 0x17, 0x16, 0xD6, 0xD2, 0x12, 0x13, 0xD3, 0x11, 0xD1, 0xD0, 0x10, 0xF0, 0x30, 0x31, 0xF1,
0x33, 0xF3, 0xF2, 0x32, 0x36, 0xF6, 0xF7, 0x37, 0xF5, 0x35, 0x34, 0xF4, 0x3C, 0xFC, 0xFD, 0x3D, 0xFF,
0x3F, 0x3E, 0xFE, 0xFA, 0x3A, 0x3B, 0xFB, 0x39, 0xF9, 0xF8, 0x38, 0x28, 0xE8, 0xE9, 0x29, 0xEB, 0x2B,
0x2A, 0xEA, 0xEE, 0x2E, 0x2F, 0xEF, 0x2D, 0xED, 0xEC, 0x2C, 0xE4, 0x24, 0x25, 0xE5, 0x27, 0xE7, 0xE6,
0x26, 0x22, 0xE2, 0xE3, 0x23, 0xE1, 0x21, 0x20, 0xE0, 0xA0, 0x60, 0x61, 0xA1, 0x63, 0xA3, 0xA2, 0x62,
0x66, 0xA6, 0xA7, 0x67, 0xA5, 0x65, 0x64, 0xA4, 0x6C, 0xAC, 0xAD, 0x6D, 0xAF, 0x6F, 0x6E, 0xAE, 0xAA,
0x6A, 0x6B, 0xAB, 0x69, 0xA9, 0xA8, 0x68, 0x78, 0xB8, 0xB9, 0x79, 0xBB, 0x7B, 0x7A, 0xBA, 0xBE, 0x7E,
0x7F, 0xBF, 0x7D, 0xBD, 0xBC, 0x7C, 0xB4, 0x74, 0x75, 0xB5, 0x77, 0xB7, 0xB6, 0x76, 0x72, 0xB2, 0xB3,
0x73, 0xB1, 0x71, 0x70, 0xB0, 0x50, 0x90, 0x91, 0x51, 0x93, 0x53, 0x52, 0x92, 0x96, 0x56, 0x57, 0x97,
0x55, 0x95, 0x94, 0x54, 0x9C, 0x5C, 0x5D, 0x9D, 0x5F, 0x9F, 0x9E, 0x5E, 0x5A, 0x9A, 0x9B, 0x5B, 0x99,
0x59, 0x58, 0x98, 0x88, 0x48, 0x49, 0x89, 0x4B, 0x8B, 0x8A, 0x4A, 0x4E, 0x8E, 0x8F, 0x4F, 0x8D, 0x4D,
0x4C, 0x8C, 0x44, 0x84, 0x85, 0x45, 0x87, 0x47, 0x46, 0x86, 0x82, 0x42, 0x43, 0x83, 0x41, 0x81, 0x80,
0x40};
```

`unsigned short CRC16(uint8_t *puchMsg,uint16_t usDataLen)`

`/* 函数以 unsigned short 类型返回 CRC */`

```
{
    uint8_t uchCRCHi = 0xFF;          // CRC 的高字节初始化
    uint8_t uchCRCLo = 0xFF;          // CRC 的低字节初始化
    uint16_t uIndex;                  // CRC 查询表索引
    while (usDataLen--)                // 完成整个报文缓冲区
    {
        uIndex = uchCRCLo ^ *puchMsg++; // 计算 CRC
        uchCRCLo = uchCRCHi ^ auchCRCHi[uIndex]; // 通过数组获取进行 CRC 低位
        uchCRCHi = auchCRCLo[uIndex]; // 通过数组获取进行 CRC 高位
    }
    return (uchCRCHi << 8 | uchCRCLo);
}
```

3.3. UART 串口配置

如前节所述,本演范例将使用STM32F103RCT6作为主控MCU,通过数据手册可将STM32F103RCT6的PA9、PA10引脚分别设为USART1_TX和USART1_RX引脚。本次演示只进行一写指令操作,因此只需要使用PA9引脚与串口屏的RXD1引脚进行连接即可实现切换显示页面的操作。UART串口输出程序代码(Uart.h)如下:

```

/***** Uart.h *****/

#include "stm32f10x.h"           // Device header
#include <stdio.h>
#include <stdarg.h>

void Uart_Init(void)           // 串口初始化
{
    RCC_APB2PeriphClockCmd(RCC_APB2Periph_USART1, ENABLE);
    RCC_APB2PeriphClockCmd(RCC_APB2Periph_GPIOA, ENABLE);

    GPIO_InitTypeDef GPIO_InitStructure;
    GPIO_InitStructure.GPIO_Mode = GPIO_Mode_AF_PP;
    GPIO_InitStructure.GPIO_Pin = GPIO_Pin_9;
    GPIO_InitStructure.GPIO_Speed = GPIO_Speed_50MHz;
    GPIO_Init(GPIOA, &GPIO_InitStructure);

    USART_InitTypeDef USART_InitStructure;
    USART_InitStructure.USART_BaudRate = 115200;
    USART_InitStructure.USART_HardwareFlowControl = USART_HardwareFlowControl_None;
    USART_InitStructure.USART_Mode = USART_Mode_Tx;
    USART_InitStructure.USART_Parity = USART_Parity_No;
    USART_InitStructure.USART_StopBits = USART_StopBits_1;
    USART_InitStructure.USART_WordLength = USART_WordLength_8b;
    USART_Init(USART1, &USART_InitStructure);

    USART_Cmd(USART1, ENABLE);
}

uint16_t UART_SendByte(uint8_t Byte)           // 串口发送一个 Byte 数据
{
    USART_SendData(USART1, Byte);
    while (USART_GetFlagStatus(USART1, USART_FLAG_TXE) == RESET);
}

uint16_t UART_SendData(uint8_t *send_buf, uint16_t Length) // 串口发送指令函数
{
    uint16_t ret;
    uint32_t i;

    for (i = 0; i < Length; i++)
    {
        ret = UART_SendByte(send_buf[i]);
    }
    return ret;
}
    
```

3.4. 主函数编写进行指令传输

以下范例为主控端 MCU(STM32F103RCT6) 将变量地址 0x7000 写入 0x0001 数据，实现切换显示页面、将变量地址 0x7001 写入 0x0020 数据，实现调整背光亮度，及修改 RTC 时钟日期，其流程与程序编写如下：

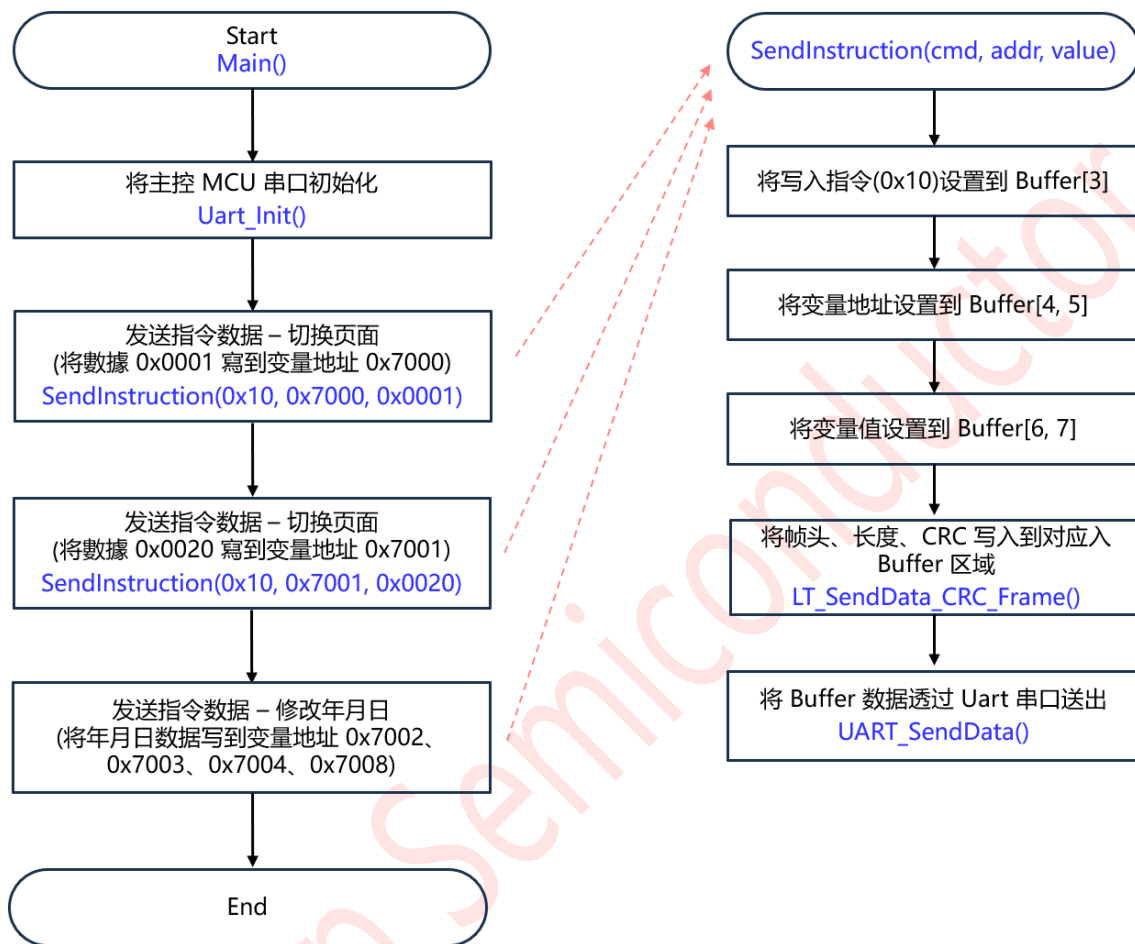


图 3-3：主控端发送串口指令的流程图

```

/***** main() *****/

#include "stm32f10x.h"                // Device header
#include "Delay.h"
#include "Uart.h"
#include "CRC.h"

uint8_t SCI_C0 = 0x5A;                // 设置帧头
uint8_t SCI_C1 = 0xA5;
uint8_t uart_data_buf[256];           // 存放指令的数组
uint8_t len;                          // 指令长度
uint8_t CRC_Enable_Flag = 1;          // CRC 校验标志位
uint8_t CRC_Feedback_Flag = 1;

int main()
{
    Uart_Init();                      // 串口初始化
    SendInstruction(0x10, 0x7000, 0x0001); // 发送指令数据 - 切换页面
    SendInstruction(0x10, 0x7001, 0x0020); // 发送指令数据 - 调整背光亮度

    SendInstruction(0x10, 0x7002, 0x0017); // 发送指令数据 - 修改年为 2023
    SendInstruction(0x10, 0x7003, 0x000B); // 发送指令数据 - 修改月份 11
    SendInstruction(0x10, 0x7004, 0x001C); // 发送指令数据 - 修改日为 28
    SendInstruction(0x10, 0x7008, 0x0001); // 发送指令数据 - 确认年月日修改
}

void LT_SendData_CRC_Frame(uint8_t *buf, uint8_t len1) // 获取长度及 CRC, 并将帧头、长度、CRC
                                                         // 写入对应的 Buffer 区
{
    uint16_t TxToPc_crc;
    uint8_t crc[2] = {0};

    *(buf + 0) = SCI_C0;                // 将帧头写入到 Buffer[0, 1]
    *(buf + 1) = SCI_C1;
    if (CRC_Enable_Flag)
    {
        TxToPc_crc = CRC16(buf + 3, len1); // 进行 CRC 计算
        crc[0] = (uint8_t)(TxToPc_crc & 0x00ff);
        crc[1] = (uint8_t)((TxToPc_crc >> 8) & 0x00ff);

        len1 += 2;                        // 加上 CRC (2 个 byte) 后的长度
        *(buf + len1 + 1) = crc[0];       // 将 CRC 写入到 Buffer 内
        *(buf + len1 + 2) = crc[1];
    }
    *(buf + 2) = len1;                  // 将长度(写指令+变量地址+变量数据+CRC 字节总数)
                                         // 写入到 Buffer[2]
    len = len1 + 3;                     // 完整的指令长度 (再加上帧头 2byte 和 length1 个 byte)
}

```



```
void SendInstruction(uint8_t cmd, uint16_t addr, uint16_t value)
```

```
{  
    uart_data_buf[3] = cmd;                // 设置功能码到 Buffer[3]  
    uart_data_buf[4] = (uint8_t)(addr >> 8); // 设置变量地址高位到 Buffer[4]  
    uart_data_buf[5] = (uint8_t)addr;        // 设置变量地址低位到 Buffer[5]  
    uart_data_buf[6] = (uint8_t)(value >> 8); // 设置变量值高位到 Buffer[6]  
    uart_data_buf[7] = (uint8_t)value;        // 设置变量值低位到 Buffer[7]  
    LT_SendData_CRC_Frame(uart_data_buf, 5); // 将帧头、长度、CRC 写入对应 Buffer 区  
    UART_SendData(uart_data_buf, len);       // 通过 UART 串口将存在 Buffer 区内的指令数据  
                                              // 发送出去  
    Delay_ms(1000);  
}
```